LO QUE NOS ENSEÑA ESTE CAPÍTULO

SABEMOS ya lo que son los principales compuestos y de qué modo están relacionados entre sí; en las páginas siguientes trataremos de esas mezclas maravillosas de metales llamadas aleaciones, que son tan interesantes y valiosas como si fueran compuestos verdaderos, y, por último, terminaremos nuestro estudio de la química examinando algunos de aquellos compuestos de carbono que más abundan en la naturaleza. Veremos que estos compuestos constituyen largas series, siendo posible prever su composición, y hasta sus mismas propiedades, antes de descubrirlos. Asímismo averiguaremos algo respecto de los alcoholes—particularmente del alcohol que entra en la bebida ordinaria—de los fermentos, de la fermentación y de cómo el alcohol y el pan se elaboran mediante esos fermentos. Luego descansaremos por algún tiempo del estudio de la química para dedicarnos al de las estrellas—con las cuales, por cierto, tiene también la química gran relación.

LOS CAMBIOS QUE SE SUCEDEN CONSTANTEMENTE

La química en sus relaciones con la vida y con los seres vivientes

ESTA es la última parte de nuestro libro en que podremos tratar exclusivamente de química—si bien tendremos otras muchas ocasiones de referirnos a ella. Examinemos, pues, ahora algunos de los compuestos principales que se encuentran más especialmente en el mundo de la vida.

Hemos tratado hasta aquí principalmente de la llamada química inórganica—o sea la que no se refiere a los organismos o seres vivos. Pero el mundo que llamaríamos orgánico constituye un prodigioso dominio de la química, cuya exploración data de poco tiempo, y así veremos que las substancias pertenecientes a este dominio son compuestos de un elemento muy conocido, o sea del carbono, el cual, si bien es interesante cuando aparece en forma de carbón, de diamantes o de lápices, lo es aún mil veces más cuando se encuentra en nuestro organismo y en el de todos los demás seres.

Ya conocemos algunos compuestos del carbono, tales como el ácido carbónico y el carbonato de cal. Todos ellos son muy sencillos, con excepción del carbono que forma millares de compuestos diversos, algunos de los cuales tienen moléculas formadas por centenares de átomos. *A la rama de la química que comprende el estudio de los compuestos del carbono* se le da, en la actualidad, el nombre de química orgánica.

Esta parte de la química se funda en las mismas leyes y principios que la que hemos estudiado antes. Las leyes que rigen los átomos y las moléculas, los elementos y los compuestos, así como las relativas a la oxidación a la descomposición y a las ecuaciones químicas, son siempre aplicables en donde quiera que sea—pues de lo contrario no merecerían estudio ni discusión. Son estas leyes tan ciertas en el seno del fuego, como dentro de nuestro cuerpo, y tan eficaces en la tierra como en el sol, pues la naturaleza, en su inmenso conjunto, sigue siempre los mismos derroteros.

Pero antes de comenzar el estudio de esa última división de la química, conviene digamos algo acerca de algunas substancias químicas, muy útiles e interesantes, que sin ser elementos ni compuestos desempeñan un papel muy principal en la vida moderna. Sabemos que, cuando se combinan los elementos unos con otros obtenemos substancias completamente distintas de cada uno de esos elementos aislados; ahora bien, en ciertos casos, bastará con mezclar dos o más elementos para obtener un producto que difiera por completo de cualquiera de los elementos que entran en su composición.

El ejemplo más notable de esta clase de substancias es el acero—uno de los más firmes pilares en que descansa la vida industrial moderna—que se obtiene mezclando, sin combinación química el carbono y el hierro. Mencionaremos de paso algunas otras mezclas a las cuales se dan nombres especiales, por ejemplo, una o dos mezclas de mercurio con otros elementos como el sodio, que se conocen con el nombre de *amalgamas*—palabra que ocurre con relativa frecuencia, pues se emplea también en otros sentidos. Pero aparte de las amalgamas, existe un nombre especial que se aplica a las mezclas de metales, efectuadas cuando son fundidos y luego se solidifican. Estas mezclas se llaman *aleaciones*. Las monedas de oro están hechas con una aleación que contiene unas nueve partes de oro por una de cobre, pues este último metal las hace más duras y resistentes que si fueran de oro puro; sucediendo lo propio con las monedas de plata. Al decir que el oro de una sortija u otra joya cualquiera es de 15 o 18 quilates, nos referimos a la proporción en que se encuentra mezclado con el cobre. Pero las aleaciones de oro o plata no son realmente las más útiles.

LAS MEZCLAS DE METALES LLAMADAS ALEACIONES, Y SU GRAN UTILIDAD

La aleación que ofrece, entre todas, la mayor utilidad es el latón, que es una aleación de cobre y cinc. El latón corriente contiene más o menos un 70 por ciento de cobre y un 30 por ciento de cinc; la aleación compuesta de tres metales cinc, cobre y niquel se llama alpaca. El estaño y el plomo se ligan para formar «estaño» y cuando la proporción de plomo es algo crecida la aleación se llama «peltre». Al alearse el estaño y el cobre forman «bronce», substancia muy apreciada que sirve para fundir estatuas. Todas las letras que figuran en esta página están impresas con unos tipos de plomo y antimonio, aleación conocida con el nombre de «metal de imprenta».

Nadie ha podido explicar todavía la gran diferencia entre las propiedades de una aleación y las de los metales que la componen—observándose en algunos casos que la más mínima cantidad de otro metal añadido en una aleación modifica dichas propiedades por completo, aumentando, por ejemplo, de un modo considerable su resistencia y solidez. Esta observación se aplica particularmente al acero. Ciertos metales, como el cromo y el manganeso en aleación con el hierro, cuando éste está ligado con el carbono para formar acero, aumentan su utilidad de tal manera que las antiguas calidades de acero no se emplean ya más que para usos muy comunes. Este género de estudios tan sólo se halla en sus comienzos, pero parece evidente que mediante aleaciones adecuadas lograremos obtener materiales que servirán para cualquiera de los usos distintos a que queramos aplicarlos, no sólo en lo que se refiere al acero, sino a muchas otras substancias. Es posible, acaso, que se llegue a descubrir una aleación tan resistente como el acero, pero cuyo peso sea mucho menor, con lo cual quedaría resuelta una de las dificultades en la construcción de máquinas voladoras.

EL SINGULAR INTERÉS QUE OFRECE EL ESTUDIO QUÍMICO DE LOS COMPUESTOS DE CARBONO

Pasemos ahora del estudio de esas mezclas curiosas de elementos—en las cuales las proporciones pueden variar indefinidamente—al estudio químico de los compuestos de carbono, cuya formación, por el contrario, obedece a las más estrictas reglas. Así, dejando a un lado su enorme importancia en cuanto se refiere al desarrollo de la vida, vemos que esa regularidad en el modo de formarse los hace especialmente interesantes para el químico. Diríase que todos ellos están formados a semejanza de cierto número de modelos simples que son punto de partida de largas series de compuestos derivados. Existe, por ejemplo, un compuesto llamado gas de los pantanos, cuya fórmula es CH_4; es el primero de una serie de compuestos cada uno de los cuales contiene un átomo de carbono y dos átomos de

hidrógeno más que el que le precede. Así, después de CH_4, vienen C_2H_6, C_3H_8, C_4H_{10}, C_5H_{12} y así sucesivamente. Este ramo de la química comprende innumerables series parecidas a ésta, cuyas moléculas, por lo visto, se componen de ciertos grupos de átomos repetidos dos, tres o más veces. Y es de advertir el hecho peculiarmente interesante de que las propiedades de esos compuestos varían de un modo regular según la estructura de sus moléculas. En efecto, al recorrer una serie como la que acabamos de mencionar, se observa, por ejemplo, que cada cuerpo de dicha serie hierve a una temperatura más alta que el que le sigue.

DE CÓMO SE OBTIENE EL CLOROFORMO, QUE HA EVITADO TANTOS DOLORES A MILLONES DE PERSONAS

El gas de los pantanos, CH_4, se llama un hidrocarburo, porque contiene hidrógeno y carbono. En la naturaleza conocemos un número indefinido de hidrocarburos, y podemos, además, preparar muchísimos otros. Igualmente podemos convertirlos en otros compuestos, substituyendo algunos de sus átomos por otros; ejemplo notable de ello nos le ofrece la obtención del cloroformo. Si tomamos el gas de los pantanos CH_4, y reemplazamos por un átomo de cloro, Cl, uno de los de hidrógeno, o dos de hidrógeno por dos de cloro, o tres del uno por tres del otro, o cuatro por cuatro, obtendremos compuestos representados por las fórmulas CH_3Cl, CH_2Cl_2, $CHCl_3$yCCl_4. El tercero, $CHCl_3$, es ese cloroformo que ha evitado a millones de personas los más atroces dolores que un ser humano puede sentir. Cuando Liebig, hace unos ochenta y cinco años, obtuvo por primera vez el cloroformo, estaba dedicado al estudio de los hidrocarburos.

DE QUÉ MODO EL ESTUDIO DE UN ASUNTO AL PARECER INSUBSTANCIAL RESULTÓ BENEFICIOSO A LA HUMANIDAD

Muchos dirán quizá que este es un asunto árido y que ofrece escaso interés. No obstante, siempre merece detenido estudio todo lo relativo a la naturaleza y resulta provechoso valerse de cuantos medios pone a la disposición de los que saben interpretar debidamente sus enseñanzas. Liebig se consideró satisfecho cuando hubo averiguado, tras ardua labor, que podían substituirse tres átomos de hidrógeno de una molécula del gas de los pantanos por tres átomos de cloro. Esto no era más que un *hecho científico*; y si bien todos los hechos científicos tienen su importancia, no podía Liebig sospechar que el nuevo compuesto resultaría una de las cosas más benéficas que hay en el mundo.

Sirva esto de enseñanza a los que opinan que la ciencia sólo debe ocuparse directamente de lo útil. Nadie sabe lo que será o dejará de ser útil; y a medida que aumenta nuestro caudal de conocimientos, nos convencemos de que todos los hechos o verdades, cualesquiera que sean, llegarán algún día a tener su utilidad. La labor de los químicos en lo tocante a los hidrocarburos, partiendo del gas de los pantanos o de otros compuestos relacionados con él, le ha valido a la humanidad algunas de sus conquistas más preciadas, que no son ciertamente las últimas.

EL PELIGRO QUE OFRECE CH_4 EN LAS MINAS DE CARBÓN

Nos limitaremos aquí a estudiar el gas de los pantanos, prescindiendo de los demás hidrocarburos. Este gas se desprende de los terrenos pantanosos y puede fácilmente recogerse en jarros agitando el lodo que hay en el fondo de las aguas estancadas. Asimismo se encuentra en el gas del alumbrado, y es uno de los gases que se forman en las minas de carbón. Los mineros le dan el nombre de « grisú » y cuando se encuentra mezclado con el aire de una mina basta encender un fósforo para provocar la explosión. De esta manera han perdido la vida muchos mineros; hoy usan ya la lámpara de seguridad inventada por Sir Humphry Davy, en la cual la luz está aislada, de suerte que queda protegida de una manera eficaz la vida de los mineros.

No necesitan los químicos ir a los pantanos en busca de este gas, pues lo

pueden obtener con gran facilidad de diversos compuestos; aunque no es posible obtenerlo directamente, por no combinarse el hidrógeno de una manera también directa con el carbono. Es un gas inodoro y sin color—desgraciadamente para los mineros—y al quemarse forma ácido carbónico, CO_2 y agua, H_2O. Ya sabemos de que modo puede algunas veces representarse gráficamente la fórmula de un compuesto; y si recordamos lo dicho acerca del número de « manos » que tiene cada átomo de carbono o cada átomo de hidrógeno, veremos que la fórmula gráfica del gas de los pantanos ha de ser la siguiente:

```
      H
      |
  H—C—H
      |
      H
```

Gran número de series de otros compuestos se derivan de los hidrocarburos. Podemos, por ejemplo, reemplazar uno de los átomos de hidrógeno por el grupo —OH, que llamamos hidróxilo; y si lo hacemos tratándose del gas CH_4, se formará una substancia cuya fórmula es CH_3OH; si se trata del hidrocarburo siguiente, obtendremos C_2H_5OH, y así sucesivamente para toda la serie.

EL ALCOHOL, TERRIBLE VENENO PARA EL HOMBRE Y DEMÁS SERES

En esta forma obtenemos una nueva serie de substancias cuya importancia es muy grande desde el punto de vista químico, y por otros muchos motivos. Se les da el nombre de alcoholes. El segundo de la serie, C_2H_5OH, es el líquido que solemos llamar alcohol—como si en realidad no hubiera otros—y su efecto sobre la vida humana es por lo menos tan importante como pueda serlo cualquiera otro de los compuestos químicos. Todos los alcoholes son venenos. El primero, CH_3OH se llama alcohol metílico, y como su sabor es muy desagradable, se añade al alcohol ordinario y sirve para quemar y otros usos, pero no como bebida. El segundo es el verdadero alcohol y es más venenoso que el primero, estando demostrado que es perjudicial para la vida de todos los seres sometidos a su acción, sean hombres, plantas o animales. Los alcoholes que siguen en la serie son más venenosos todavía que el alcohol metílico y que el ordinario, cuyo nombre propio es el de alcohol etílico. Uno de esos últimos alcoholes se encuentra con frecuencia en cierta proporción en los licores y vinos fuertes, de que tanto uso se hace hoy día.

POR QUÉ ES EL ALCOHOL UNA DE LAS MAYORES PLAGAS QUE HAY EN EL MUNDO

Hay vinos y otras bebidas espirituosas en que la proporción de alcohol es ligera y cuyo uso moderado no es reprobable, pero en general toda bebida espirituosa de cualquier género que sea, contiene una buena dosis de alcohol etílico que produce sobre el cerebro un efecto particular, y es causa de que la gente se aficione a tales bebidas. Así, el alcohol etílico, ha llegado a ser una de las principales plagas de nuestra civilización, especialmente entre la clase obrera, y es triste espectáculo contemplar cómo miles y miles de hombres en plena juventud y hábiles trabajadores de la industria moderna, atrofian con tales bebidas su organismo cayendo en un estado de degeneración y estupidez digno de compasión. Una utilidad real del alcohol es su uso como combustible y para limpiar ciertos objetos, y esperamos tendrá todavía otras muchas aplicaciones, pues es probable que acabemos por emplearlo como combustible en toda clase de maquinaria, cuando se agote la provisión de gasolina que hay en el mundo.

DE QUÉ MODO EL AZÚCAR SE CONVIERTE EN ALCOHOL

Entre las series de compuestos de carbono hallamos un buen número que contiene carbono combinado con hidrógeno y oxígeno en la misma proporción en que lo están en el agua, como por ejemplo, $C_6H_{10}O_5$, $C_{12}H_{22}O_{11}$, y otros. Estos compuestos se llaman *carbohidratos*, palabra que no debe confundirse con « hidrocarburos ». Antes de empezar el estudio de esos carbohidratos—uno de los cuales es el azúcar—conviene saber que constituyen el origen del alcohol.

Esto lo sabe la humanidad desde hace por lo menos diez mil años, según lo demuestran los estudios realizados recientemente relativos al antiguo Egipto. Todos, en realidad, hemos podido observar el hecho de que el azúcar produce alcohol, pues al probar una confitura que se ha vuelto agría se nota que tiene cierto gusto no muy agradable, debido a que ha empezado a fermentar, convirtiéndose en alcohol el azúcar que contenía.

Cuando el azúcar se descompone por lo que llamamos fermentación, produce siempre dos cosas, alcohol y ácido carbónico. Sucede lo propio cuando fermenta el pan; la masa contiene almidón, que es un carbohidrato y se convierte en otro carbohidrato muy parecido químicamente, al primero, o sea en azúcar. La levadura es el fermento que provoca la descomposición del azúcar y lo convierte en alcohol y ácido carbónico. El alcohol se evapora, mientras que el ácido carbónico forma burbujas en la masa y produce la panificación. Ciertas clases de panes se elaboran sin levadura, introduciendo artificialmente en el pan el ácido carbónico.

CÓMO SE CONVIERTEN EN ALCOHOL EL AZÚCAR, EL ALMIDÓN Y LAS PATATAS

Esta fermentación del azúcar para formar alcohol ocurre constantemente. Pero el alcohol se obtiene también de otras muchas cosas que no son, ni contienen azúcar, a condición de que contengan fécula; y, como la mayoría de las plantas contienen esta substancia, que constituye para ellas una reserva alimenticia, es muy fácil obtener alcohol. Las patatas, por ejemplo, son ricas en fécula, de manera que constituyen otra fuente de producción de alcohol; así como los granos y las semillas de cereales, cuales son el trigo, maíz, centeno, cebada, avena etc. y muchas plantas y frutas azucaradas, como la caña de azúcar, la remolacha, las peras, manzanas, membrillos etc. etc. Pero lo que más interesa al químico es la manera de provocar la fermentación del azúcar y de todas estas otras materias primeras para producir alcohol. Empecemos, ahora, por saber lo que es levadura, y conocer sus funciones. Las propiedades de la levadura son, por supuesto, conocidas desde hace mucho tiempo; pero hace sólo ochenta años se efectuó el asombroso descubrimiento de que la levadura tiene vida propia.

DE CÓMO EL FERMENTO VIVE, TRABAJA Y MUERE AL ELABORAR ALCOHOL

El fermento es una planta diminuta, cuyo alimento natural es el azúcar. Si se deja que el alcohol vaya aumentando en fuerza, la levadura muere, como muere cualquier ser viviente si se le deja sumido en sus propias secreciones; es, por lo tanto, muchas veces necesario, cuando se elaboran licores alcohólicos, separar el alcohol a medida que se forma, pues de lo contrario cesaría la fermentación debido a que el alcohol mata al fermento que lo produce, como mata a cualquier ser viviente que absorba una cantidad considerable de él.

Hemos averiguado desde entonces que este fermento o levadura hace fermentar el alcohol mediante una substancia especial que contienen sus células; esta substancia puede separarse, sin que por eso cese la fermentación del azúcar. Asimismo hemos aprendido que los procesos vitales se desarrollan por medio de los fermentos; lo que nos indica que la química de la fermentación promete ser el ramo más importante de las ciencias químicas, ya que trata de aquellos procesos químicos de los cuales depende la vida.

El hecho de importancia capital, relativo a los fermentos, es el de que provocan cambios químicos, sin sufrir ellos alteración alguna; no tiene, por lo tanto, límites el trabajo que puede efectuar una partícula cualquiera de fermento, por muy ínfima que sea, mientras que en todos los demás cambios químicos, la substancia que provoca el cambio se consume. Como fermento artificial, no podemos preparar más que una cantidad determinada de sal con ácido clorhídrico y carbonato de sosa, pero estas substancias se agotan en el transcurso de la reacción. El fermento,

en cambio, actúa sobre los cuerpos que le rodean, sin recibir de ellos ningún efecto. Únicamente hemos mencionado aquí la fermentación alcohólica, la más antiguamente conocida y la más importante de las observadas hasta la fecha, y que es tan sólo un ejemplo entre los centenares que podrían citarse.

LAS SUBSTANCIAS LLAMADAS ÉTER Y ALDEHIDO, Y EL TRABAJO QUE EJECUTAN

Existe una larga serie de substancias llamadas *éter* que están estrechamente relacionadas con los alcoholes. Uno de ellos — el que corresponde al alcohol etílico—ofrece una utilidad parecida a la del cloroformo, pues al aspirarlo se obtiene cierta insensibilidad al dolor.

Hay, además, otra serie llamada de los *aldehidos*, igualmente larga y relacionada con las demás. La palabra aldehido significa, en forma abreviada, « alcohol deshidrogenizado » y nos indica que los aldehidos son alcoholes que han perdido una parte de su hidrógeno.

El primero de los aldehidos es muy útil, y se conoce generalmente con el nombre de *formalina*; posee un gran poder microbicida y se emplea para conservar los objetos; es un veneno, y por tanto su empleo para la conservación de comestibles es pernicioso.

Otro de los aldehidos se llama paraldehido y es uno de los mejores medicamentos que se conocen para hacer dormir a los enfermos.

La fórmula de la formalina es CH_2O, lo cual no deja de ser muy interesante. Sabemos, en efecto, que las plantas elaboran los carbo-hidratos como el almidón y el azúcar; sabemos, asimismo, que esos carbo-hidratos contienen carbono, así como hidrógeno y oxígeno en la misma proporción que el agua; y por último, que las plantas extraen el carbono del ácido carbónico del aire por medio de sus hojas, y el agua del suelo por medio de sus raíces. Ahora bien; la combinación más sencilla de agua y de carbono que podemos imaginar es CH_2O, y bastará con multiplicarlo por, digamos seis, para obtener la fórmula del azúcar $C_6H_{12}O_6$. Así, pues, los botánicos esperan poder pronto demostrar que lo primero que forman las plantas — momentáneamente — al convertir el agua y el carbono en azúcar, es la formalina, CH_2O.

CONCLUSIÓN DE NUESTRO BREVE ESTUDIO DE LA QUÍMICA

Existen muchas obras consagradas exclusivamente a los hidrocarburos, a los alcoholes, a los aldehidos y a los ácidos correspondientes o derivados de esos compuestos. Por nuestra parte sabemos que la bebidas alcohólicas suelen volverse agrias, debido a que el alcohol se ha convertido en vinagre o sea en ácido acético. No queremos ir más lejos. Terminaremos, pues, esta breve reseña de la química diciendo que otra sección no menos importante de esta ciencia, trata del compuesto llamado bencina, C_6H_6, y de miles de otros compuestos derivados de esta substancia —muchos de ellos valiosísimos, como el ácido fénico.

